

11/29/02  
JC979 U.S. PRO  
10/07/2057



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 05 675.3  
**Anmeldetag:** 08. Februar 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Verbindungsaufbau in zumindest  
einem optischen WDM-Übertragungssystem  
**IPC:** H 04 J, H 04 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. Januar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

*Jerofsky*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Beschreibung

Verfahren zum Verbindungsauflbau in zumindest einem optischen WDM-Übertragungssystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbindungsauflbau in einem optischen WDM-Übertragungssystem mit mehreren schaltbaren optischen Netzknoten, von denen zumindest einer einen Wellenlängenkonverter aufweist, bei dem zum Aufbau einer Verbindung von einem ersten optischen Netzknoten über zumindest einen Verbindungsabschnitt zu einem N-ten optischen Netzknoten ein erster Verbindungsvektor zur Kennzeichnung von auf dem folgenden Verbindungsabschnitt verfügbaren WDM-Übertragungskanälen gebildet wird und über das zumindest eine optische WDM-Übertragungssystem übertragen wird.

Bei optischen Übertragungssystemen, insbesondere Wavelength-Division-Multiplexing (WDM) Weitverkehrs-Übertragungssystemen werden optische Übertragungssignale bzw. optische WDM-Signale

20 mit unterschiedlichen Datenraten und/oder Wellenlängen übertragen. Um hohe Übertragungskapazitäten zu realisieren, werden die optischen WDM-Signale in einzelnen WDM-

Übertragungskanälen übertragen. Hierzu weisen optische Transportnetze bzw. WDM-Übertragungssysteme in Reihe geschaltete optische „Cross-Connectoren“, d.h. optische Netzknoten, auf, welche über Punkt-zu-Punkt-Verbindungen miteinander verbunden sind. Hiermit werden optische Verbindungen über mehrere optische Cross-Connects bzw. optische Netzknoten aufgebaut, aufrecht erhalten bzw. abgebaut. Die Betreiber derartiger opti-

30 scher Transportnetze bzw. WDM-Übertragungssysteme wünschen jedoch eine Steigerung der Flexibilität hinsichtlich der Anpassung derartiger optische Netze an sich dynamisch ändernde Verkehrsaufkommen. Hierzu werden in den optischen Netzknoten transparente optische Schaltmatrizen vorgesehen, die ein

35 flexibles Umschalten der optischen Datenströme auf der Basis einzelner Wellenlängen ermöglichen. Dies wird als dynamisches „Wellenlängen-Routing“ bezeichnet.

Durch eine Automatisierung dieses "Optical Channel Layers", d.h. das Vorsehen eines automatisch schaltbaren optischen WDM-Übertragungssystems ("Automatically Switched optical Network" (ASON)) werden im Fehlerfall die Wiederherstellungszeit sowie die Verbindungsaufbauzeit erheblich reduziert. Als wesentliche Aufgaben eines ASON's sind die Wegesuche („Routing“) und die Zuweisung eines freien, d.h. verfügbaren WDM-Übertragungskanals bzw. einer Wellenlänge ("Wavelength Assignment"), zu sehen, die im folgenden als unabhängige Aufgaben betrachtet werden, die nacheinander durchgeführt werden müssen. Somit wird beim Verbindungsaufbau zunächst ein Weg durch das optische Transportnetz gesucht und anschließend eine verfügbare Wellenlänge einer Verbindung zugeordnet.

15

Aus der Veröffentlichung "Control of Lightpaths in an Optical Network" S. Chaudhuri et. al., Optical Interworking Forum 2000 ist ein Verfahren zur Wellenlängenzuweisung bzw. zur Zuweisung eines WDM-Übertragungskanals in optischen Transportnetzwerken ohne Wellenlängenkonversion beschrieben. Hierbei wird für den gesamten Verbindungspfad von einem ersten optischen Netzknoten zu einem N-ten optischen Netzknoten derselbe WDM-Übertragungskanal zur Übertragung des optischen WDM-Signals vorgesehen. Zur Ermittlung eines über den gesamten Verbindungspfad, d.h. über mehrere Verbindungspfadabschnitte, verfügbaren WDM-Übertragungskanals wird in dem ersten optischen Netzknoten, der den Verbindungsaufbau initiiert, ein Verbindungsvektor der Länge I gebildet, wobei die Länge I die Anzahl der auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt möglichen, d.h. physikalisch vorhandenen WDM-Übertragungskanälen, angibt. Im Verbindungsvektor sind die für den Verbindungsaufbau auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt verfügbaren WDM-Übertragungskanäle mit einer logischen „1“ gekennzeichnet und die nicht verfügbaren bzw. bereits belegten WDM-Übertragungskanäle durch eine logische „0“ markiert. Dieser Verbindungsvektor wird entlang des Verbindungspfads von optischen Netzknoten zu optischen Netzknoten zum N-ten optischen

Netzknoten bzw. einen Endknoten übertragen. Ist in einem Verbindungsabschnitt einer der im Verbindungsvektor als verfügbar gekennzeichneten WDM-Übertragungskanäle bereits belegt, so wird der diesen WDM-Übertragungskanal im Verbindungsvektor repräsentierende Eintrag von einer logischen „1“ (verfügbar) auf eine logische „0“ (nicht verfügbar) in dem den betrachteten Verbindungsabschnitt vorhergehenden optischen Netzknoten geändert. Somit werden im Verbindungsvektor die WDM-Übertragungskanäle durch eine logischen „1“ als verfügbar angezeigt, die in allen bereits zurückgelegten Verbindungsabschnitten zum Verbindungsauflauf verfügbar sind.

Nachdem der Verbindungsvektor den kompletten Verbindungsabschnitt durchlaufen hat und im Endknoten empfangen wurde, beinhaltet der empfangene Verbindungsvektor alle die WDM-Übertragungskanäle, die für den Verbindungsauflauf über die Verbindungsabschnitte des kompletten Verbindungsabschnittes verfügbar sind. Aus den verfügbaren WDM-Übertragungskanälen wird im Endknoten einer der verfügbaren WDM-Übertragungskanäle für den Verbindungsauflauf ausgewählt und dieser den vorhergehenden optischen Netzknoten des Verbindungsabschnitts angezeigt. Nachteilig ist ein derartiges Verfahrens nur beschränkt in optischen Transportnetzen zu realisieren, dessen optische Netzknoten teilweise Wellenlängenkonverter aufweisen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, den Verbindungsauflauf in zumindest einem optischen WDM-Übertragungssystem mit mehreren schaltbaren optischen Netzknoten, von denen zumindest einer einen Wellenlängenkonverter aufweist, zu verbessern. Die Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß in dem mindestens einen einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten zur Kennzeichnung von verfügbaren WDM-Übertragungskanälen auf dem folgen-

den Verbindungspfadabschnitt ein weiterer Verbindungsvektor gebildet wird, der über das zumindest eine optische WDM-Übertragungssystem übertragen wird. Besonders vorteilhaft werden die aufgrund des im optischen Netzknoten vorgesehenen

5 Wellenlängenkonverter für den Verbindungsauflbau auf dem folgenden Verbindungspfadabschnitt verfügbaren Wellenlängen in einem weiteren Verbindungsvektor gekennzeichnet, der über das optische WDM-Übertragungssystem an den Endknoten übertragen wird. Hierdurch wird besonders vorteilhaft ein durchgängiger

10 Verbindungsauflbau von einem ersten Endknoten (Quelle) zu einem zweiten Endknoten (Senke) auch bei einem Wellenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten entlang des Verbindungspfades ermöglicht. Dies bedeutet eine verbesserte Ausnutzung der auf den einzelnen Verbindungspfadabschnitten zur Verfügung

15 stehenden Wellenlängen und eine erhebliche Verbesserung der Effizienz der Wegesuche („Routing“) aufgrund der erhöhten Flexibilität bei der Auswahl der auf den einzelnen Verbindungspfadabschnitten verfügbaren Wellenlängen.

20 Vorteilhaft werden durch den ersten und den weiteren Verbindungsvektor die für den Verbindungsauflbau im optischen WDM-Übertragungssystem innerhalb der einzelnen Verbindungspfadabschnitte verfügbaren optischen WDM-Übertragungskanäle angezeigt. Hierbei wird besonders vorteilhaft beispielsweise ein

25 verfügbarer optischer WDM-Übertragungskanal durch den Eintrag einer logischen „1“ und ein bereits belegter optischer WDM-Übertragungskanal durch den Eintrag einer logischen „0“ im Verbindungsvektor angezeigt.

30 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß durch jeden optischen Netzknoten die durch den vorhergehenden optischen Netzknoten als verfügbar in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor markierten optischen WDM-Übertragungskanäle auf ihre Verfügbarkeit hinsichtlich

35 des folgenden Verbindungspfadabschnitts überprüft werden und daß bei einer Nicht-Verfügbarkeit der in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor als verfügbar markierten optischen

WDM-Übertragungskanäle diese als nicht-verfügbar in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor markiert werden. Hierdurch werden erfindungsgemäß nur die bereits als verfügbar gekennzeichneten WDM-Übertragungskanäle auf ihre Verfügbarkeit auf dem folgenden Verbindungspfadabschnitt überprüft, wodurch eine dynamische Entlastung der Routing-Hardware innerhalb des optischen Netzknotens erzielt wird.

In einer alternativen Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorteilhaft der erste Verbindungsvektor in mindestens dem ersten einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten gespeichert. Durch das erfindungsgemäße Abspeichern der ersten Verbindungsvektors in dem einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten wird das WDM-Übertragungssystems dynamisch dadurch entlastet, daß die zusätzliche Übermittlung des ersten Verbindungsvektors zum letzten Netzknoten bzw. Endknoten des Verbindungspfades entfällt.

Ferner werden gemäß der Erfindung mehrere WDM-Übertragungskanäle zu einer WDM-Kanalgruppe zusammengefaßt und der Verbindungsaufbau für eine WDM-Kanalgruppe durchgeführt. Durch die erfindungsgemäße Zusammenfassung von mehreren WDM-Übertragungskanälen zu einer WDM-Kanalgruppe wird die beim Verbindungsaufbau erforderliche Reservierung der für den Verbindungsaufbau ausgewählten WDM-Übertragungskanäle auf die WDM-Kanalgruppe beschränkt, wodurch weitere verfügbare, nicht zu der WDM-Kanalgruppe zugeordnete WDM-Übertragungskanäle nicht für den betrachten Verbindungsaufbau reserviert werden können und somit für den Aufbau zusätzlicher Verbindungen über die einzelnen Verbindungspfadabschnitte zur Verfügung stehen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 beispielhaft das erfindungsgemäße Verfahren zum Verbindungsauftbau in einem optischen WDM-Übertragungssystem, und

5 Figur 2 beispielhaft eine alternative Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verbindungsauftbau.

In Figur 1 ist beispielhaft in einem Blockschaltbild ein optisches WDM-Übertragungssystem WDM-S schematisch dargestellt, das einen ersten Endknoten EK1, einen ersten optischen Netz-  
10 knoten A, einen zweiten optischen Netzknosten B, einen dritten optischen Netzknosten C, einen vierten optischen Netzknosten D und einen fünften optischen Netzknosten E sowie einen zweiten Endknoten EK2 aufweist. Der erste bis fünfte optische Netz-  
15 knoten A bis E weist jeweils eine optische Schaltmatrix SM auf, wobei im dritten optischen Netzknosten C zusätzlich ein Wellenlängenkonverter WK vorgesehen ist. Der erste Endknoten EK1 ist an den ersten optischen Netzknosten A über eine erste Anschlußleitung AL1 angeschlossen. Des Weiteren ist der erste optische Netzknosten A über einen ersten optischen Verbin-  
20 dungspfadabschnitt VA1 mit dem zweiten optischen Netzknosten B verbunden, der über einen zweiten optischen Verbindungspfad-  
abschnitt wiederum mit dem dritten optischen, einen Wellen-  
längenkonverter WK aufweisenden optischen Netzknosten C ver-  
bunden ist. Der dritte optische Netzknosten C ist über einen  
25 dritten optischen Verbindungspfadabschnitt VA3 an den vier-  
ten optischen Netzknosten D angeschlossen, der über einen  
vierten optischen Verbindungspfadabschnitt VA4 an den fünften und letzten optischen Netzknosten E angeschlossen ist. An den  
fünften optischen Netzknosten E ist über eine zweite optische  
30 Anschlußleitung AL2 der zweite Endknoten EK2 geführt. Für die Übertragung von beispielsweise einem optischen WDM-Signal OS vom ersten optischen Endknoten EK1 über den ersten bis fünften optischen Netzknosten A bis E bis zum zweiten optischen Endknoten EK2 stehen physikalisch acht WDM-Übertragungskanäle  
35  $\lambda_1-\lambda_8$  auf jeden der fünf optischen Verbindungspfadabschnitte VA1 bis VA4 zur Verfügung, wobei von Verbindungspfadabschnitt zu Verbindungspfadabschnitt die physikalisch verfügbaren op-

tischen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  unterschiedlich belegt sein können. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind beispielsweise auf dem ersten optischen Verbindungspfadabschnitt VA1 der erste, siebte und achte WDM-Übertragungskanal  $\lambda 1$ ,  $\lambda 7$ ,  $\lambda 8$  verfügbar und der zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste WDM-Übertragungskanal  $\lambda 2$  bis  $\lambda 6$  sind bereits belegt. Analog hierzu sind auf dem zweiten optischen Verbindungspfadabschnitt der erste und zweite optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$  verfügbar und der dritte bis achte optische WDM-Übertragungskanal bereits verplant. Auch auf dem dritten optischen Verbindungspfadabschnitt VA2 sind beispielsweise der dritte, vierte und fünfte optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ,  $\lambda 5$  für einen Verbindungsaufbau verfügbar, jedoch der erste, zweite und sechste bis achte optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 6$  bis  $\lambda 8$  bereits weiteren optischen Verbindungen zugewiesen. Schließlich ist auf dem vierten optischen Verbindungspfadabschnitt VA4 der fünfte optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda 5$  verfügbar und die verbleibenden, d.h. 1 bis 4 und 6 bis 8 der optischen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 4$ ,  $\lambda 6$  bis  $\lambda 8$  bereits belegt.

Zum Aufbau einer Verbindung VB über den gesamten Verbindungs-  
pfad VPD wird im ersten optischen Netzknoten A, an den über die erste Anschlußleitung AL1 der erste Endknoten EK1 angeschlossen ist, ein erster Verbindungsvektor VA gebildet, der die auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt VA1 verfügbaren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$ ,  $\lambda 7$ ,  $\lambda 8$  anzeigt. Der erste Verbindungsvektor VA wird zu einem ersten Zeitpunkt t1 im ersten optischen Netzknoten A erzeugt, und weist im betrachteten Ausführungsbeispiel beispielsweise acht Einträge auf, die die Verfügbarkeit der auf den ersten optischen Verbindungspfadabschnitt VA1 physikalisch realisierten optischen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  anzeigen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der erste Verbindungsvektor VA zum ersten Zeitpunkt t1 den Inhalt (A 10000011) auf, wobei eine logische Eins eine für den Verbindungsaufbau verfügbaren WDM-Übertragungskanal und die logische Null einen bereits beleg-

ten WDM-Übertragungskanal markiert. Desweiteren beinhaltet der erste Verbindungsvektor  $VA(t1)$  eine Knotenidentifikationsnummer A, die anzeigt, in welchem Knoten der erste Verbindungsvektor  $VA(t1)$  gebildet wurde - im dargestellten Ausführungsbeispiel der erste optische Netzknoten A. Der im ersten optischen Netzknoten A gebildete erste Verbindungsvektor  $VA$  wird an den zweiten optischen Netzknoten B übertragen und dort verarbeitet. Hierzu werden die auf dem ersten optischen Verbindungspfadabschnitt  $VA1$  verfügbaren optischen WDM-Übertragungskanäle, die im ersten optischen Verbindungsvektor  $VA$  durch eine logische Eins angezeigt werden, d.h. der erste, siebte, achte WDM-Übertragungskanal  $\lambda1, \lambda7, \lambda8$ , auf ihre Verfügbarkeit auf dem zweiten optischen Verbindungspfadabschnitt  $VA2$  überprüft. Ist einer der im ersten optischen Verbindungsvektor  $VA$  als verfügbar gekennzeichnete optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda1, \lambda7, \lambda8$  auf dem zweiten optischen Verbindungspfadabschnitt  $VA2$  nicht verfügbar, so wird durch den zweiten optischen Netzknoten B der den nicht verfügbaren optischen WDM-Übertragungskanal  $\lambda7, \lambda8$  anzeigende Eintrag einer logischen Eins im ersten Verbindungsvektor  $VA(t2)$  zu einem zweiten Zeitpunkt  $t2$  in eine logische Null abgeändert. Somit ergibt sich im betrachteten Ausführungsbeispiel für die für den Verbindungsaufbau über den ersten Verbindungspfadabschnitt  $VA1$  und den zweiten Verbindungspfadabschnitt  $VA2$  verfügbarer optischer WDM-Übertragungskanäle der erste optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda1$ , d.h. über die weiteren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda2$  bis  $\lambda8$  sind bereits weitere Verbindungen geschaltet.

Auf dem dritten Verbindungspfadabschnitt  $VA3$  ist der erste optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda1$  für den weiteren Verbindungsaufbau nicht mehr verfügbar, so daß in betrachteten Ausführungsbeispiel gemäß dem bekannten Stand der Technik kein weiterer Verbindungsaufbau bis zum gewünschten zweiten Endknoten EK2 realisierbar wäre. Jedoch durch das erfindungsähnliche Verfahren wird nun ein weiterer Verbindungsaufbau über den dritten sowie vierten Verbindungspfadabschnitt möglich,

dadurch daß die im dritten optischen Netzknoten C vorhandene Funktionalität der Wellenlängenkonversion mit Hilfe des Wellenlängenkonverter WK und die erfindungsgemäß Erzeugung eines zweiten Verbindungsvektors VC zur Nutzung von weiteren 5 verfügbaren WDM-Übertragungskanälen  $\lambda_2$  bis  $\lambda_8$  besteht. Hierzu wird in dem einen Wellenkonverter WK aufweisenden dritten optischen Netzknoten C ein zweiter bzw. weiterer Verbindungsvektor VC gebildet, der die auf dem nachfolgenden dritten optischen Verbindungspfadabschnitt VA3 verfügbaren sowie physikalisch möglichen optischen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_1$  bis  $\lambda_8$  10 enthält. Der zweite bzw. weitere Verbindungsvektor VC ist analog zu dem ersten Verbindungsvektor VA aufgebaut, d.h. durch die Anzahl der Einträge des zweiten Verbindungsvektors VC wird die Anzahl der auf dem dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 physikalisch möglichen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_1$  15 bis  $\lambda_8$  angezeigt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind der dritte, vierte und fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_5$  durch eine logische Eins im zweiten Verbindungsvektor VC gekennzeichnet, wodurch deren Verfügbarkeit für den Verbindungsaufbau angezeigt wird. Die restlichen Einträge des zweiten Verbindungsvektors VC sind durch logische Nullen gekennzeichnet, d.h. der erste, zweite sowie der sechste, siebte und achte WDM- 20 Übertragungskanal  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_6$  bis  $\lambda_8$  sind bereits belegt. Der zweite Verbindungsvektor VC wird beispielsweise zusammen mit dem ersten Verbindungsvektor VA zum dritten Zeitpunkt  $t_3$  an den vierten optischen Netzknoten D übertragen. Wahlweise kann erfindungsgemäß eine Abspeicherung des ersten Verbindungsvektors VA( $t_3$ ) in dem einen Wellenkonverter WK aufweisenden 25 dritten optischen Netzknoten C, d.h. dem den zweiten Verbindungsvektor VC initierenden optischen Netzknoten C, durchgeführt werden.

30 35 Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der zweite Verbindungsvektor VC( $t_3$ ) zusammen mit den ersten Verbindungsvektor VA über den dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 zum vierten

optischen Netzknoten D übertragen. Im vierten optischen Netzknoten D werden die im zweiten Verbindungsvektor  $VC(t3)$  als verfügbar gekennzeichnete dritte, vierte und fünfte optische WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$  auf ihre Verfügbarkeit auf dem vierten und letzten Verbindungspfadabschnitt VA4 überprüft und gegebenenfalls als nicht verfügbar bzw. belegt gekennzeichnet. Im betrachteten Ausführungsbeispiel ist auf dem vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 nur der fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  verfügbar, d.h. im vierten optischen Netzknoten D werden die die Verfügbarkeit des dritten und vierten WDM-Übertragungskanals  $\lambda_3, \lambda_4$  anzeigen logischen Eins-Einträge durch logische Null-Einträge ersetzt und hierdurch im zweiten Verbindungsvektor  $VC(t4)$  zum vierten Zeitpunkt  $t4$  als nicht verfügbar bzw. belegt gekennzeichnet. Der derartig überarbeitete zweite Verbindungsvektor  $VC(t4)$  zum vierten Zeitpunkt  $t4$  wird über den vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 zum fünften optischen Netzknoten E übertragen. Im fünften optischen Netzknoten E wird sowohl der erste Verbindungsvektor VA(t4) – falls übertragen – als auch der weitere Verbindungsvektor  $VC(t4)$  über die zweite Anschlußleitung AL2 an den zweiten Endknoten EK2 übermittelt.

25 Im zweiten Endknoten EK2 wird aus den verfügbaren optischen WDM-Übertragungskanälen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_5$ , die durch den ersten und weiteren Verbindungsvektor  $VA(t4)$   $VC(t4)$  angezeigt werden, für die jeweiligen Verbindungspfadsabschnitte  $VA1$  bis  $VA4$  für den Verbindungsaufbau  $VB$  verfügbaren WDM-Übertragungskanäle ausgewählt und mit Hilfe von beispielsweise einer ersten und fünften Belegungsnachricht  $AM1(t5)$ ,  $AM5(t5)$  zum fünften Zeitpunkt  $t5$  den ersten bis fünften optischen Netzknoten A bis E angezeigt bzw. an diese übermittelt. Hierzu werden die erste und fünfte Belegungsnachricht  $AM1(t5)$ ,  $AM5(t5)$  im zweiten Endknoten EK2 oder wahlweise im fünften optischen Netzknoten E gebildet und beispielsweise ein Gültigkeitsbereich C-E, A-C für den die erste bzw. zweite Belegungsnachricht  $AM1$ ,  $AM5$  ermittelt und der ersten bzw. fünften Belegungsnachricht  $AM1$ ,  $AM5$  zugeordnet. Die erste und fünfte Belegungsnachricht  $AM1$ ,

AM5 werden vom fünften optischen Netzknoten E zum vierten optischen Netzknoten D über den vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 in Richtung des ersten Endknotens EK1 übertragen. Im vierten optischen Netzknoten D wird die fünfte Belegungsnachricht AM5 ausgewertet und auf dem vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 der fünfte optische WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  für den Aufbau der Verbindung VB durchgeschaltet. Die erste und fünfte Belegungsnachricht AM1(t6), AM5(t6) wird vom vierten zum dritten optischen Netzknoten D, C über den dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 übertragen. Im dritten optischen Netzknoten C wird die den Gültigkeitsbereich C bis E aufweisende, fünfte Belegungsnachricht AM5(t6) im dritten optischen Netzknoten ausgewertet und analog zum vierten Verbindungspfadabschnitt auch im dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 der fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  durchgeschaltet. Die fünfte Belegungsnachricht AM5(t6) zum sechsten Zeitpunkt wird im dritten optischen Netzknoten C für Diagnosezwecke abgespeichert oder alternativ nach dem ersten Verbindungsauftbau gelöscht. Ferner wird die erste Belegungsnachricht AM1(t7) vom dritten optischen Netzknoten C über den zweiten Verbindungspfadabschnitt VA2 an den zweiten optischen Netzknoten B übertragen.

Desweiteren wird mit Hilfe des Wellenlängenkonverters WK im dritten optischen Netzknoten C für den Aufbau der optischen Verbindung VB über den gesamten Verbindungspfad VPD eine Wellenlängenkonversion von dem ersten WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1$  auf den fünften WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  vorbereitet, d.h. im dritten optischen Netzknoten C wird der für die betrachtete Verbindung VB vorgesehene WDM-Übertragungskanal gewechselt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird somit für den ersten und zweiten Verbindungspfadabschnitt VA1, VA2 der erste WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1$  zum Verbindungsauftbau vorgesehen und nach einer Wellenlängenkonversion im dritten optischen Netzknoten C der Aufbau der Verbindung VB über den fünften WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  auf dem dritten und vierten Verbindungs-

pfadabschnitt VA3, VA4 bis zum zweiten Endknoten EK2 durchgeführt.

Die im zweiten optischen Netzknoten B empfangene erste Belegungsnachricht AM1(t7) zum siebten Zeitpunkt t7 wird im zweiten optischen Netzknoten B ausgewertet und auf dem zweiten Verbindungspfadabschnitt VA2 der erste WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1$  für den Aufbau der Verbindung VB bereitgestellt. Anschließend wird die erste den Gültigkeitsbereich A bis C aufweisen-  
de Belegungsnachricht AM1(t8) zum achten Zeitpunkt t8 an den ersten optischen Netzknoten A übertragen und dort ausgewertet sowie abgespeichert oder alternativ gelöscht. Nach der Auswertung der ersten Belegungsnachricht AM1(t7) wird gemäß dem Ergebnis der Auswertung auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt VA1 der durch die erste Belegungsnachricht AM1(t8) festgelegte erste WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1$  für den Aufbau der Verbindung VB vorgesehen. Somit sind entlang des kompletten Verbindungswege VPD abwechselnd der erste und der fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1, \lambda_5$  vom ersten Endknoten EK1 bis zum zweiten Endknoten EK2 für den Aufbau der Verbindung VB reserviert, über die die Übertragung der optischen Signale OS durchgeführt werden kann.

In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verbindungsaufbau in einem optischen WDM-Übertragungssystem WDM-S schematisch dargestellt, bei dem wiederum von einem ersten Endknoten EK1 über einen ersten bis fünften optischen Netzknoten A bis E zu einem zweiten Endknoten EK2 ein Verbindungspfad VPD eingerichtet bzw. eine Verbindung VB aufgebaut wird. Analog zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der erste Endknoten EK1 über eine erste Anschlußleitung AL1 an den ersten optischen Netzknoten A angeschlossen. Der erste optische Netzknoten A ist über einen ersten optischen Verbindungspfadabschnitt VA1 mit dem zweiten optischen Netzknoten B verbunden, der wiederum über einen zweiten Verbindungspfadabschnitt VA2 an den dritten optischen Netzknoten C angeschlossen ist. Analog zu Figur 1

weist der dritte optische Netzknoten C einen Wellenlängenkonverter WK auf. Auch der dritte optische Netzknoten C ist über einen dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 an den vierten optischen Netzknoten D angeschlossen, der über einen vierten 5 Verbindungspfadabschnitt VA4 an den fünften optischen Netzknoten geführt ist. Der zweite Endknoten EK2 ist über eine zweite Anschlußleitung AL2 an den fünften optischen Netzknoten E angeschlossen. Auch bei dem in Figur 2 betrachteten Ausführungsbeispiel weisen der erste bis fünfte optische 10 Netzknoten A bis E jeweils eine Schaltmatrix SM zum Schalten von Verbindungen VB auf.

Auf den ersten bis vierten Verbindungspfadabschnitten VA1 bis VA4 stehen acht unterschiedliche physikalisch mögliche Wellenlängen bzw. WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_1$  bis  $\lambda_8$  zum Verbindungsaufbau zur Verfügung. Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind beispielsweise auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt VA1 der erste, siebte und achte, auf dem zweiten Verbindungspfadabschnitt VA2 der erste und zweite, auf dem dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 der dritte, vierte und fünfte und auf dem vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 der fünfte WDM-Übertragungskanal verfügbar. Zum Aufbau einer Verbindung VB über den gesamten Verbindungspfad VPD wird analog zum ersten Ausführungsbeispiel im ersten optischen Netzknoten A ein erster Verbindungsvektor  $VA(t_1)$  zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  gebildet, der die auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt VA1 verfügbaren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_1$ ,  $\lambda_7$ ,  $\lambda_8$  anzeigt. Zusätzlich zur Knotenidentifikationsnummer A wird bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Pfadidentifikationsnummer 14 dem ersten Verbindungsvektor  $VA(t_1)$  zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  zugeordnet, durch die der aufzubauenden Verbindung VB eine eindeutige Numerierung gegeben wird. Die Anzeige der verfügbaren bzw. nicht verfügbaren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda_1$  bis  $\lambda_8$  innerhalb des ersten Verbindungsvektors  $VA$  erfolgt analog zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel. Die Ermittlung der in den einzelnen Verbindungspfadabschnitten VA1 bis VA4 zur Verfügung stehe- 30 35

nenden WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  erfolgt analog zu der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels. Im Gegensatz zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird jedoch bei dem weiteren Ausführungsbeispiel in Figur 2 der erste

5 Verbindungsvektor VA im dritten, einen Wellenlängenkonverter WK aufweisenden optischen Netzknoten C abgespeichert und somit vorteilhaft die Übertragung bis zum zweiten Endknoten EK2 entlang des gesamten Verbindungspfades VPD eingespart.

10 Der im dritten optischen Netzknoten C erzeugte zweite Verbindungsvektor VC wird über den dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 zum vierten optischen Netzknoten D übertragen. Hierbei weist der zweite Verbindungsvektor VC jeweils die Knotenidentifikationsnummer C des dritten optischen Netzknotens C sowie 15 in Analogie zum ersten Verbindungsvektors VA die Pfadidentifikationsnummer 14 auf. Analog zu den Darstellung in Figur 1 wird der zweite Verbindungsvektor VC zum dritten Zeitpunkt t3 im vierten optischen Netzknoten D derart überarbeitet, daß die im zweiten bzw. weiteren Verbindungsvektor VC(t3) als 20 verfügbar gekennzeichneten ersten, vierten und fünften optischen WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ,  $\lambda 5$  auf ihre Verfügbarkeit auf dem vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 überprüft werden und gegebenenfalls als nicht verfügbar bzw. belegt gekennzeichnet werden. Auch bei der alternativen Realisierung 25 in Figur 2 ist auf dem vierten Verbindungspfadsabschnitt VA4 nur der fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda 5$  für den Verbindungs- aufbau verfügbar, d.h. im vierten optischen Netzknoten D werden die die Verfügbarkeit des dritten und vierten WDM- Übertragungskanals  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$  anzeigen logischen "Eins"- 30 Einträge im zweiten Verbindungsvektor VC(t4) durch logische "Null-Einträge" ersetzt. Somit steht nur noch der fünfte WDM- Übertragungskanal  $\lambda 5$  für den Verbindungsaufbau auf dem vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 zur Verfügung. Der derartig überarbeitete zweite bzw. weitere Verbindungsvektor VC wird 35 zum vierten Zeitpunkt t4 über den vierten Verbindungspfadabschnitt VA4 zum fünften optischen Netzknoten E übertragen. Im fünften optischen Netzknoten E wird der zweite Verbindungs-

vektor VC über die zweite Anschlußleitung AL2 an den zweiten Endknoten EK2 übermittelt.

Im Gegensatz zu dem ersten Ausführungsbeispiel wird bei den 5 in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel im zweiten Endknoten EK2 der nur der zweite Verbindungsvektor VC(t4) ausgewertet und einer der durch den zweiten Verbindungsvektor VC(t4) als verfügbar gekennzeichnet WDM-Übertragungskanäle für den Aufbau der Verbindung über den dritten Verbindungs- 10 pfadabschnitt und den vierten Verbindungs pfadabschnitt VA3, VA4 ausgewählt. Bei der Auswahl des für den Verbindungsaufbau verfügbaren WDM-Übertragungs kanals  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  können unterschiedliche Auswahlkriterien realisiert werden, beispielsweise können die einzelnen verfügbaren WDM-Kanäle gemäß ihrer 15 hierarchischen Reihenfolge abgearbeitet werden oder es kann, um einseitige Belastungen zu vermeiden, die statistische Belegungshäufigkeit der einzelnen WDM-Übertragungs kanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  bei der Auswahl berücksichtigt werden.

20 Im zweiten Endknoten EK2 wird analog zu Figur 1 eine Belegungsnachricht AM5(t5) zum fünften Zeitpunkt t5 erzeugt, die den für den Verbindungsaufbau VB ausgewählten fünften WDM-Übertragungs kanal  $\lambda 5$  anzeigt. Im Gegensatz zu Figur 1 wird bei der in Figur 2 dargestellten Variante des erfindungsgemäß 25 Verfahrens nur eine Belegungsnachricht AM5(t5) vom zweiten Endknoten EK2 zunächst an den fünften optischen Netzknoten E, von diesem über den vierten Verbindungs pfadabschnitt VA4 an den vierten optischen Netzknoten D übertragen. Die zum fünften Zeitpunkt t5 im vierten optischen Netzknoten D empfangene fünfte Belegungsnachricht AM5(t5) wird dort ausgewertet und gemäß der in der Belegungsnachricht AM5(t5) enthaltenen Pfadidentifikationsnummer 14 sowie der Knotenidentifikationsnummer A als auch dem ausgewählten fünften WDM- 30 Übertragungs kanal  $\lambda 5$  die im vierten optischen Netzknoten D vorgesehene Schaltmatrix SM eingestellt. Somit ist für den Aufbau der Verbindung VB auf dem vierten Verbindungs pfadabschnitt VA4 der fünfte WDM-Übertragungs kanal  $\lambda 5$  eingerichtet.

35

Anschließend wird die fünfte Belegungsnachricht AM5 zum sechsten Zeitpunkt  $t_6$  über den dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 an den dritten, einen Wellenkonverter WK aufweisenden optischen Netzknoten C übertragen.

5

Im dritten optischen Netzknoten C ist das Ende des Gültigkeitsbereiches C bis E der fünften Belegungsnachricht AM5 erreicht und der Inhalt der fünften Belegungsnachricht AM5 wird abschließend ausgewertet. Gemäß dem Ergebnis der Auswertung der fünften Belegungsnachricht AM5 wird für den dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 die im dritten optischen Netzknoten C zu schaltende Schaltmatrix SM derart eingestellt, daß auf dem dritten Verbindungspfadabschnitt VA3 der fünfte WDM-Übertragungskanal  $\lambda_5$  für den Verbindungsaufbau zur Verfügung steht. Im Anschluß daran wird gemäß der aus der fünften Belegungsnachricht AM5 ermittelten Knotenidentifikationsnummer A sowie der Pfadidentifikationsnummer 14 aus dem Speicher des dritten optischen Netzknotens C der zugehörige erste Verbindungsvektor VA ausgelesen und dessen Inhalt für den weiteren Verbindungsaufbau ausgewertet. Hierzu wird der auf den ersten und zweiten Verbindungspfadabschnitt VA1, VA2 verfügbare WDM-Übertragungskanal anhand der im ersten Verbindungsvektor vorhanden logischen „Eins“-Einträgen ermittelt und ausgehend von dem für den weiteren Verbindungsaufbau ausgewählten WDM-Übertragungskanal eine entsprechende erste Belegungsnachricht AM1( $t_7$ ) zum siebten Zeitpunkt  $t_7$  erzeugt. Die erste Belegungsnachricht AM1( $t_7$ ) umfaßt wiederum dieselbe Knotenidentifikationsnummer A sowie dieselbe Pfadidentifikationsnummer 14 als auch den für den Verbindungsaufbau über den ersten und zweiten Verbindungspfadabschnitt VA1, VA2 festgelegten ersten WDM-Übertragungskanal  $\lambda_1$ . Diese erste Belegungsnachricht AM1( $t_7$ ) wird vom dritten optischen Netzknoten C über den zweiten Verbindungspfadabschnitt VA2 an den zweiten optischen Netzknoten B übermittelt.

35

Im zweiten optischen Netzknoten B wird analog zu der in Figur 1 dargestellten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens al-

leinig der erste Verbindungsvektor  $VA(t7)$  ausgewertet und die im zweiten Netzknoten B befindliche Schaltmatrix SM dementsprechend eingestellt. Im Anschluß daran wird die erste Belegungsnachricht  $AM1(t8)$  zum achten Zeitpunkt  $t8$  über den ersten Verbindungspfadabschnitt  $VA1$  an den ersten optischen Netzknoten A übertragen. Im ersten optischen Netzknoten A wird entsprechend der empfangenen ersten Belegungsnachricht  $AM1(t8)$  die im ersten optischen Netzknoten A vorhandene Schaltmatrix SM zum Durchschalten der vom ersten Endknoten EK1 über die erste Anschlußleitung  $AL1$  sowie über den ersten Verbindungspfadabschnitt verlaufenden Verbindung  $VB$  vorbereitet, d.h. auf dem ersten Verbindungspfadabschnitt  $VA1$  wird der erste WDM-Übertragungskanal  $\lambda1$  für den Verbindungsauftbau durchgeschaltet. Somit ist der komplette Verbindungspfad VPD vom ersten Endknoten EK1 zum zweiten Endknoten EK2 durchgeschaltet, so daß eine Übertragung von optischen Signalen OS über die geschaltete optische Verbindung  $VB$  durchgeführt werden kann.

20 Sowohl für die in Figur 1 als auch die in Figur 2 dargestellte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens gilt, daß vom Zeitpunkt des Absendens des ersten Verbindungsvektors  $VA$  bis zum Empfang der ersten Belegungsnachricht  $AM1$  im ersten optischen Netzknoten A eine Reservierung der in dem ersten bzw. zweiten Verbindungsvektor  $VA$ ,  $VC$  als verfügbar gekennzeichneten WDM-Übertragungskanäle  $\lambda1$ ,  $\lambda5$  innerhalb der für den Verbindungsauftbau maßgeblichen Netzknoten A bis E durchgeführt wird. Um hierbei eine Blockierung einer großen Anzahl verfügbaren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda1$  bis  $\lambda8$  durch mehrere parallel stattfindende Verbindungsauftbauten zu vermeiden, ist erfindungsgemäß eine Zusammenfassung von mehreren WDM-Übertragungskanälen  $\lambda1$  bis  $\lambda8$  zu einzelnen Übertragungskanalgruppen realisierbar. In diesem Fall ist eine Reservierung der jeweiligen Übertragungskanalgruppe ausreichend, so daß die weiteren zur Verfügung stehenden WDM-Übertragungskanäle bzw. Übertragungskanalgruppen eines Verbindungspfadabschnitts

VA1 bis VA5 für den Aufbau weiterer Verbindungen frei benutzt bzw. verplant werden können.

Ist es erforderlich mehrere Verbindungen über nahezu denselben Verbindungspfad VPD über die einzelnen verfügbaren WDM-Übertragungskanäle  $\lambda 1$  bis  $\lambda 8$  von einem ersten Endknoten zu einem zweiten Endknoten EK1 bis EK2 aufzubauen, so ist dies erfindungsgemäß mit Hilfe eines einzigen Verbindungsvektor-paars bzw. einen einzigen ersten bzw. einen einzigen zweiten Verbindungsvektor VA, VC möglich, d.h. erfindungsgemäß können mehrere Verbindungen VB über denselben Verbindungspfad VPD unter dem erfindungsgemäßen Einsatz eines ersten sowie eines weiteren Verbindungsvektors VA, VC durchgeführt werden. Je- doch ist beim Aufbau von mehreren Verbindungen VB gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit Hilfe eines ersten bzw. eines weiteren Verbindungsvektors VA, VC in den ersten bzw. weite- ren Verbindungsvektor VA, VC eine Information über die Anzahl der aufzubauenden Verbindungen VB mit aufzunehmen, d.h. die Anzahl der pro Verbindungspfadabschnitt VA1 bis VA4 für den Aufbau von mehreren Verbindungen zur Verfügung stehenden WDM-Übertragungskanäle wird in Form einer binären Information in den ersten bzw. zweiten Verbindungsvektor eingetragen. Hier- durch wird der für den Aufbau von mehreren Verbindungen VB erforderliche Signalisierungsaufwand deutlich verringert, wo- durch das optische WDM-Übertragungssystem WDM-S dynamisch entlastet wird.

Die Erfindung ist keinesfalls auf das Vorsehen von einem wei- teren Verbindungsvektor VC beschränkt, sondern für den Aufbau einer Verbindung bzw. einer Vielzahl von Verbindungen innerhalb eines WDM-Übertragungssystems WDM-S mit mehreren opti- sche Wellenkonverter WK aufweisenden optischen Netzknoten A bis E werden erfindungsgemäß mehrere unterschiedliche Gültig- keitsbereiche aufweisende Verbindungsvektoren vorgesehen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbindungsaufbau in zumindest einem optischen WDM-Übertragungssystem mit mehreren schaltbaren optischen Netzketten, von denen zumindest einer einen Wellenlängenkonverter aufweist, bei dem zum Aufbau einer Verbindung von einem ersten optischen Netzketten über zumindest einen Verbindungspfadabschnitt zu einem N-ten optischen Netzketten ein erster Verbindungsvektor zur Kennzeichnung von auf dem folgenden Verbindungspfadabschnitt verfügbaren WDM-Übertragungskanälen gebildet wird und über das zumindest eine optische WDM-Übertragungssystem übertragen wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in dem mindestens einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzketten zur Kennzeichnung von verfügbaren WDM-Übertragungskanälen auf dem folgenden Verbindungspfadabschnitt ein weiterer Verbindungsvektor gebildet wird, der über zumindest eine optische WDM-Übertragungssystem übertragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß durch den ersten und den weiteren Verbindungsvektor die für den Verbindungsaufbau im optischen WDM-Übertragungssystem innerhalb der einzelnen Verbindungspfadabschnitte verfügbaren optischen WDM-Übertragungskanäle angezeigt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß durch jeden optischen Netzketten die durch den vorhergehenden optischen Netzketten als verfügbar in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor markierten optischen WDM-Übertragungskanäle auf ihre Verfügbarkeit hinsichtlich des folgenden Verbindungspfadabschnitts überprüft werden und  
daß bei einer Nicht-Verfügbarkeit der in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor als verfügbar markierten optischen

WDM-Übertragungskanäle diese als nicht-verfügbar in dem ersten und dem weiteren Verbindungsvektor markiert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß durch die Anzahl der im optischen WDM-Übertragungssystem vorgesehenen optischen WDM-Übertragungskanälen die Dimension des ersten und weiteren Verbindungsvektors angegeben wird.
  
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß durch den zumindest einen einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten und/oder durch den N-ten optischen Netzknoten mindestens einer der aus den im empfangenen Verbindungsvektor markierten, für den Verbindungsauflbau verfügbaren WDM-Übertragungskanälen ausgewählt wird und dieser den vorhergehenden optischen Netzknoten angezeigt wird.
  
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß durch zumindest einen weiteren einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten oder durch den N-ten optischen Netzknoten mindestens einer der aus den im empfangenen weiteren Verbindungsvektor markierten, für den Verbindungsauflbau verfügbaren WDM-Übertragungskanälen ausgewählt wird und dieser den vorhergehenden optischen Netzknoten angezeigt wird.
  
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
daß der erste Verbindungsvektor in mindestens dem ersten einen Wellenlängenkonverter aufweisenden optischen Netzknoten gespeichert wird.
  
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,

daß mehrere WDM-Übertragungskanäle zu einer WDM-Kanalgruppe zusammengefaßt werden und der Verbindungsaufbau für eine WDM-Kanalgruppe durchgeführt wird.

5 9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß beim Aufbau einer Verbindung für eine WDM-Kanalgruppe den  
Verbindungsvektoren jeweils eine die Anzahl der aufzubauenden  
Verbindungen anzeigende Information zugeordnet und mitüber-  
10 tragen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die zum Verbindungsaufbau für jeden Verbindungs pfadab-  
15 schnitt ausgewählten optischen WDM-Übertragungskanäle den  
vorhergehenden optischen Netzknoten durch mindestens eine Be-  
legungsnachricht angezeigt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
daß der mindestens einen Belegungsnachricht ein Gültigkeits-  
bereich zugewiesen wird, der die Verbindungs pfadabschnitte  
angibt, für die die Belegungsnachricht gültig ist.

## Zusammenfassung

Verfahren zum Verbindungsauflbau in zumindest einem optischen  
WDM-Übertragungssystem

5

Erläutert wird unter anderem ein Verfahren zum Verbindungs-  
aufbau in einem WDM-Übertragungssystem mit mehreren schaltba-  
ren optischen Netzknoten, von denen zumindest einer einen  
Wellenlängenkonverter aufweist. Hierbei wird zum Aufbau einer

10 Verbindung von einem ersten optischen Netzknoten über zumin-  
dest einen Verbindungspfadabschnitt zu einem N-ten optischen  
Netzknoten ein erster Verbindungsvektor zur Kennzeichnung von  
auf dem folgenden Verbindungspfadabschnitt verfügbaren WDM-  
Übertragungskanälen gebildet und über das zumindest eine op-  
15 tische WDM-Übertragungssystem übertragen. Erfindungsgemäß  
wird in dem mindestens einen einen Wellenlängenkonverter auf-  
weisenden optischen Netzknoten zur Kennzeichnung von verfü-  
baren WDM-Übertragungskanälen auf dem folgenden Verbindungs-  
pfadabschnitt ein weiterer Verbindungsvektor gebildet, der  
20 über das zumindest eine optische WDM-Übertragungssystem über-  
tragen wird.

## Figur 1

25

Fig. 1

14

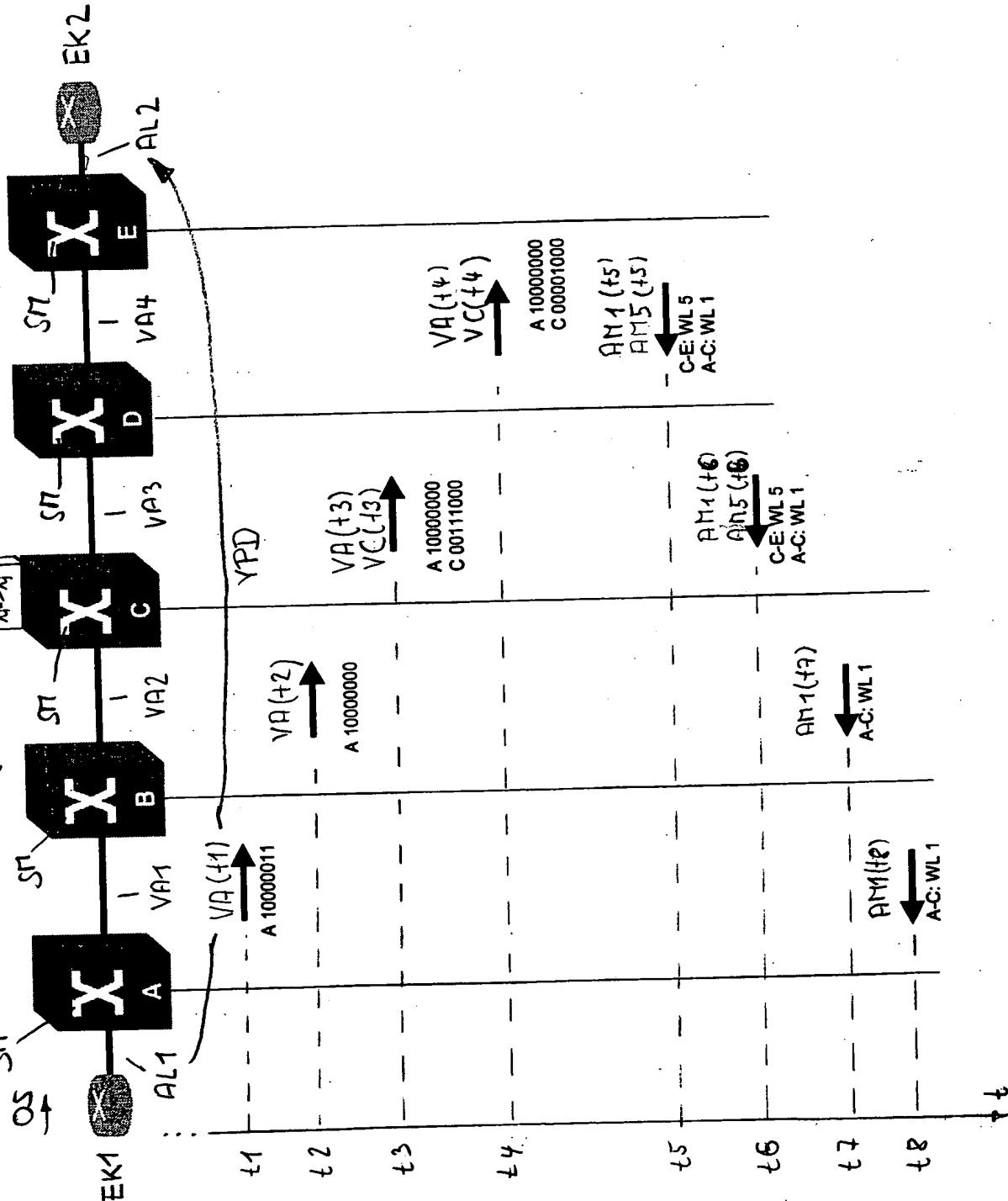
三

$$\lambda_1 - \lambda_8$$

51

5-  
M  
3

11234565



VRO

Fig 2

